

팽화미분 첨가에 따른 식혜의 품질 특성

이명욱 · 이영현*

서울과학기술대학교 식품공학과

Quality Characteristics of *Sikhye* Prepared with Puffed Rice Powder during Saccharification

Myung-Wook Lee and Young Hyoun Yi*

Department of Food Science & Technology, Seoul National University of Science and Technology

Abstract The pH, turbidity, color, brix, reducing sugar, total sugar, ketose, amino acid, protein and organoleptic characteristics of *sikhye* prepared with puffed rice powder (0, 25, 50, 75 and 100% (w/w)) were investigated during saccharification. A higher concentration of puffed rice powder and longer saccharification time resulted in pH reduction ($p < 0.05$) and tended to increase turbidity. A higher Hunter "L" value was observed with higher puffed rice powder content, except for the addition of 25% at 0 h. The Hunter "L" value peaked at hour 1 and slowly declined thereafter. Elevations in brix, reducing sugar, total sugar and sucrose were observed with higher puffed rice powder content and longer duration of saccharification ($p < 0.05$). The sucrose content ranged from 0.79-0.86% (w/w) at hour 6, which was markedly lower than that of commercial *sikhye*. With time, levels of amino acid and protein increased ($p < 0.05$). Sensory evaluation revealed moderate differences between 0% and both 75 and 100% ($p < 0.001$), with 75 and 100% preferred over 0% ($p < 0.05$).

Keywords: *sikhye*, puffed rice powder, color, sugar, sensory evaluation

서 론

식혜는 우리나라의 대표적인 전통음료로 단술 또는 감주라고 부른다. 밥알을 띄어서 먹는 것을 식혜라 하고, 밥알을 건져내고 물만 먹는 것을 감주라고 한다(1). 식혜는 쌀과 엿기름(맥아)을 주원료로 사용한다. 침맥(沈麥), 발아(發芽), 건조 그리고 분쇄과정을 거쳐 엿기름 가루를 제조한다. 발아 과정을 통해 전분분해 효소인 amylase가 다량 생성되며(2) protease, peptidase 그리고 phosphatase 등도 일부 생성된다(3).

엿기름 가루를 따뜻한 물에 일정 시간 우려낸 후 엿기름 박을 분리하여 엿기름 추출액을 얻는다. 쌀이나 찹쌀을 찐 고두밥과 amylase가 풍부한 엿기름 추출액을 혼합한다. 일정 시간 동안 알맞은 온도로 유지시키면 밥 전분이 분해되어 maltose가 생성된다. Maltose는 식혜의 고유한 단맛과 풍미를 나게 한다(4,5).

식혜는 1975년에 처음 산업적으로 생산되었으나 소비자의 호응을 얻지 못해 시장에서 사라졌다. 다시 1993년에 생산되면서(6) 1994년 매출이 350억 원, 1995년에는 2,800억 원으로 급격히 증가하였다(7). 전통식품과 건강식품에 대한 관심 고조, 천연식품 선호 등이 소비로 이어져 매출이 증가한 것으로 여겨진다(6). 그

러나 2000년도에는 690억 원(8), 2006년 400억 원으로 감소하였다(9).

사용된 대부분의 엿기름은 영세한 업체에서 비위생적, 비효율적 그리고 비과학적으로 생산되어 당화 능력에 문제가 있었다. 당도가 일정하지 않은 제품이 생산되고 유통되었다(7). 일반 가정에서는 엿기름 가루와 쌀을 최소 13%(10) 이상 사용하여 식혜를 제조하였다. 하지만 시판 식혜는 고두밥 3% 그리고 sucrose를 다량 첨가하여 제조하였다. 엿기름만을 사용한 식혜의 maltose 함량은 최소 8.9% 이상이고(11) sucrose는 최대 1.2%(12)였다. 그러나 시판 식혜는 각각 1%와 9.6%(11)로 현격한 차이를 보였다.

외국산 쌀을 2004년부터 의무적으로 수입하게 되었다. 의무수입 물량은 2005년 22만 5천 톤에서 2009년 30만 7천 톤으로 증가하였고 2014년에는 40만 9천 톤을 수입하게 되었다(13). 쌀 재고량은 2005년에는 83만 2천 톤 그리고 2008년에 67만 5천 톤이었다(14). 수입쌀 증가와 막대한 재고량 때문에 관리 비용이 늘어나고 장기간 보관에 따른 품질 저하도 예상 된다. 쌀 소비를 촉진시키기 위한 연구와 개발이 필요한 실정이다.

팽화미분은 쌀을 고온 고압으로 유지하다 상온 상압으로 감압하여 팽창시킨 알파화 된 쌀 전분이다. 생전분은 물분자 흡수와 효소작용이 어려운데 비하여 호화전분은 조직이 불규칙하여 효소작용이 쉬우며 당화가 잘 된다(15). 팽화미분을 식혜 제조에 사용한다면 당화가 짧은 시간에 이루어져 공정시간의 단축이 기대 된다. 그리고 maltose가 풍부한 고유의 풍미를 갖고 있는 전통 식혜 제조가 가능하리라 여겨진다.

스팀으로 증자한 후 건조시키고 볶은 쌀가루, 엿기름 추출액과 전분분해효소 등을 이용한 식혜 제조방법이 특허로 등록되었다(16). 하지만 팽화미분을 활용한 식혜 제조와 특성에 관한 연구

*Corresponding author: Young Hyoun Yi, Department of Food Science & Technology, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea
Tel: 82-2-970-6454
Fax: 82-2-976-6460
E-mail: youngyi@seoultech.ac.kr
Received January 13, 2012; revised August 22, 2012; accepted August 22, 2012

는 미미한 실정이다. 본 연구에서는 팽화미분을 활용한 식혜 제조 가능성과 특성을 알아보기 위해서 팽화미분 첨가에 따른 식혜의 당화 과정 중 pH, 탁도, 색도, 당도, 환원당, 총당, ketoses, 아미노산, 단백질 및 관능 성질 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

장립종 쌀과 팽화미분은 점보식품 주식회사(Hwaseong, Gyeonggi, Korea)에서 얻었다. 엿기름 가루(소연식품 엿기름 Gimpo, Gyeonggi, Korea)는 시중에서 구매하여 사용하였다.

식혜제조

팽화미분 0% 식혜는 다음과 같이 제조하였다. 장립종 쌀 200 g을 3회 세척한 후 물 240 mL에 넣고 실온에서 1시간 동안 침지하였다. 탈수를 1시간 시킨 후 찜통에 담아 30분간 증자하여 고두밥을 만들었다.

엿기름 가루 250 g을 40°C의 물 2500 mL에 넣었다. 교반기(PC-420D, Coring, Gimpo, Gyeonggi, Korea)에서 3시간 동안 500 rpm으로 교반하였다. 형검으로 착즙하여 엿기름 추출액과 엿기름 박을 분리하였다. 추출액을 4°C 냉장고(R-B63AM, LG Electronics Inc., Seoul, Korea)에서 약 12시간 보관하였다. 맑은 상등액 1600 mL에 고두밥 200 g을 섞어 주었다. 향온수조(BW-30G, Jeio Tech. Co., Ltd., Daejeon, Korea)에서 60°C로 6시간 동안 당화시키면서 매 시간 시료를 채취하였다(12,17). 끓는 물에서 5분 동안 증탕한 후 급랭하여 효소를 불활성화 시켜 실험을 실시하였다(4).

팽화미분을 첨가한 식혜는 팽화미분 비율을 25, 50, 75 그리고 100%(w/w)로 제조하였다. 팽화미분이 25% 함유된 식혜는 위와 같은 방법으로 제조한 고두밥 150 g과 팽화미분 50 g을 혼합하여 맑은 상등액 1600 mL에 넣어 당화시켰다. 팽화미분 50%는 고두밥 100 g과 팽화미분 100 g을 혼합하였고 팽화미분 75%는 고두밥 50 g과 팽화미분 150 g을 혼합하였다. 팽화미분 100%는 팽화미분 200 g을 사용하였다.

pH

상온에서 시료 10 mL를 시험관에 넣고 pH meter(model 420A, Thermo Orion, Beverly, MA, USA)를 사용하였다.

탁도

탁도는 spectrometer(Genesys 10-S, Thermo Fisher Scientific, Madison, WI, USA)로 600 nm에서 흡광도를 측정하였다(18).

색도

시료 5 mL를 셀에 담아 Color meter(JC 801, Color Techno System Corporation, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 측정 전 표준색판(X=94.30, Y=96.11, Z=114.55)으로 보정을 실시한 후 명도를 나타내는 L값(lightness), 적색도를 나타내는 a값(redness) 및 황색도를 나타내는 b값(yellowness)으로 표시하였다.

당도

당도는 굴절당도계(Master-M, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

환원당

시료를 정성여과지(Hyundai Micro No. 20)를 사용하여 여과하

였다. 시료 0.5 mL에 증류수를 가하여 100 mL로 정용하였다. 용액 1 mL를 시험관에 넣고 Dinitrosalicylic acid(DNS) 시약 1 mL를 가하여 혼합하였다. 끓는 물에서 15분 동안 증탕시켰다. 상온에서 식힌 후 증류수 3 mL를 넣었다. Spectrometer를 사용하여 546 nm에서 흡광도를 측정하였다. Maltose(Sigma-Aldrich Inc., St. Louis, MO, USA) 표준곡선을 사용하여 환원당 함량(%)을 나타내었다(19).

총당

환원당과 같은 방법으로 여과하여 정용하였다. 용액 1 mL를 시험관에 넣고 5%(v/v) 페놀(Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd., Osaka, Japan)용액 1 mL를 넣은 후 95% 황산(Deajung Chemicals & Metals Co., Ltd., Siheung, Gyeonggi, Korea) 5 mL를 첨가하였다. 상온에 30분 동안 놓아둔 후 spectrometer를 사용하여 470 nm에서 흡광도를 측정하였다. Maltose 표준곡선을 사용하여 총당 함량(%)을 나타내었다(20).

Ketose

여과한 시료 1 mL에 증류수를 넣어 100 mL로 정용하였다. 용액 1 mL를 시험관에 넣고 Seliwanoff 시약(21) 2 mL를 첨가하여 혼합하였다. 끓는 물에서 15분 동안 증탕한 후 상온에서 식혔다. Spectrometer를 사용하여 480 nm에서 흡광도를 측정하였다. Sucrose (Sigma-Aldrich Inc.) 표준곡선을 사용하여 sucrose 함량(%)을 나타내었다(22,23).

아미노산

시료를 여과한 후 ketose와 같은 방법으로 정용하였다. 용액 1 mL를 시험관에 넣고 0.2 M citric acid 완충액 0.5 mL(pH 5.0)와 Ninhydrin 시약(Sigma-Aldrich Inc.) 1.2 mL를 가하였다. 끓는 물에서 15분 동안 증탕시켰다. 상온에서 식힌 후 60%(v/v) 에탄올(Deajung Chemicals & Metals Co.) 10 mL를 첨가하였다. Spectrometer를 사용하여 570 nm에서 흡광도를 측정하였다. L-leucine(Junsei Chemicals Co., Ltd., Tokyo, Japan) 표준곡선을 사용하여 아미노산 함량(mg/mL)을 나타내었다(24,25).

단백질

환원당과 같은 방법으로 시료를 여과하였다. 용액 0.05 mL를 시험관에 넣고 Bio-Rad Protein Assay(Bio-Rad Laboratories, Inc., Hercules, CA, USA)와 2 mL를 첨가하였다. 잘 혼합한 후 상온에서 10분 동안 보관하였다. Spectrometer를 사용하여 595 nm에서 흡광도를 측정하였다. 소혈청단백질(Bovine Serum Albumin, Bio-Rad Laboratories, Inc.) 표준곡선을 사용하여 단백질 함량(mg/mL)을 나타내었다(19).

관능검사

당화 6시간 후 밥알은 건져서 따로 보관하고 당화액은 5분 동안 끓여 1°C 냉장고에 보관하였다. 관능검사 시 냉장고에 보관된 당화액을 꺼내어 제공하였다. 서울과학기술대학교 식품공학과 재학생 20명을 관능검사로원으로 선정하여 팽화미분 0과 25%, 0과 50%, 0과 75% 그리고 0과 100%로 짝을 지어 삼점검사법(triangle test)를 실시하였다. 검사결과 두 시료 사이에 유의적인 차이가 있으면 정답자를 대상으로 차이정도와 선호도를 조사하였다. 차이 정도는 조금 있음(slight), 있음(moderate), 많이 있음(much) 그리고 아주 많이 있음(extreme)을 각각 1, 2, 3 그리고 4점으로 하였다. 해당 점수와 그 항목을 선택한 사람 수를 곱하였다. 나온 점

수를 모두 더하고 전체 정답자 수로 나누어 평균 차이를 구하였다. 선택호는 이점 비교 검사(paired comparisons test)를 실시하였다(26).

통계처리

통계 분석은 SPSS program(27)을 이용하여 군 간의 차이 유무를 분산분석으로 실시하였다. 유의한 차가 있는 경우 Tukey법을 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 차이에 대한 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

pH

pH는 amylase의 활성(28)에 영향을 미칠 뿐만 아니라 풍미와 관련된 유기산 생성 정도를 짐작할 수 있다(6). 동일한 당화시간에는 팽화미분 첨가량이 증가할수록 낮았고 동일한 시료에서는 당화시간이 지날수록 pH가 감소($p < 0.05$)하여(Table 1) Lee와 Kim(4)그리고 Suh 등(6)의 연구 결과와 유사했다. 팽화미분 첨가량이 증가하거나 당화시간이 경과할수록 미량의 유기산이 생성되어 pH가 감소하여(17) Nam(28)이 보고한 곡류 amylase의 최적 활성 pH 인 5.0-6.0에 가까워졌다. Suh 등(6)은 그 변화가 미약해 산패 위험 없이 정상적인 당화가 이루어졌다고 하였다.

Table 1. pH of sikhye with 0, 25, 50, 75 and 100% of puffed rice powder during saccharification at 60°C⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

| Time (hour) | Puffed rice powder (%) | | | | |
|-------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| 0 | 6.20 ^{Aa} | 6.22 ^{Aa} | 6.20 ^{Aa} | 6.20 ^{Aa} | 6.14 ^{Ba} |
| 1 | 6.18 ^{Ab} | 6.17 ^{Ab} | 6.15 ^{ABb} | 6.14 ^{Bb} | 6.10 ^{Cb} |
| 2 | 6.15 ^{Abc} | 6.13 ^{ABc} | 6.10 ^{Bc} | 6.09 ^{Bc} | 6.06 ^{Cc} |
| 3 | 6.12 ^{Ac} | 6.11 ^{Ac} | 6.08 ^{ABc} | 6.06 ^{Bc} | 6.02 ^{Cd} |
| 4 | 6.08 ^{Ad} | 6.06 ^{ABd} | 6.04 ^{BCd} | 6.02 ^{Cd} | 5.97 ^{De} |
| 5 | 6.05 ^{Ae} | 6.02 ^{ABd} | 6.00 ^{Bde} | 6.00 ^{Bd} | 5.95 ^{Ce} |
| 6 | 6.03 ^{Ae} | 5.98 ^{BCa} | 5.99 ^{Be} | 5.94 ^{CDe} | 5.92 ^{Df} |

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.
²⁾^{A-D}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).
³⁾^{a-f}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

Table 2. Turbidity of sikhye with 0, 25, 50, 75 and 100% of puffed rice powder during saccharification at 60°C⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

| Time (hour) | Puffed rice powder (%) | | | | |
|-------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| 0 | 0.61 ^{Ef} | 1.14 ^{Df} | 1.33 ^{Ce} | 1.57 ^{Be} | 2.64 ^{Ad} |
| 1 | 1.15 ^{Fe} | 2.17 ^{Dcd} | 2.36 ^{Ccd} | 2.62 ^{Bcd} | 2.73 ^{Abe} |
| 2 | 1.14 ^{Fe} | 2.09 ^{De} | 2.35 ^{Cd} | 2.60 ^{Bd} | 2.71 ^{Ac} |
| 3 | 1.17 ^{Ed} | 2.15 ^{Dd} | 2.37 ^{Cbc} | 2.63 ^{Bbc} | 2.72 ^{Abe} |
| 4 | 1.21 ^{Ec} | 2.18 ^{Dc} | 2.40 ^{Cb} | 2.65 ^{Bab} | 2.73 ^{Abe} |
| 5 | 1.24 ^{Eb} | 2.23 ^{Db} | 2.43 ^{Ca} | 2.66 ^{Bab} | 2.75 ^{Aab} |
| 6 | 1.28 ^{Ea} | 2.26 ^{Da} | 2.45 ^{Ca} | 2.67 ^{Ba} | 2.77 ^{Aa} |

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.
²⁾^{A-E}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).
³⁾^{a-f}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

탁도

탁도는 물의 흐림 정도를 나타내는 지표로 사용되는데 식혜의 물은 일반적으로 맑고 투명하여야 한다(18). 탁도는 Table 2와 같이 동일한 시간에는 팽화미분 첨가량이 증가할수록 그리고 25% 2시간을 제외하고 시간이 지날수록 높았다($p < 0.05$). 팽화미분은 빠르게 분해되어(15) 분산된 고형물 양이 늘어나 탁도가 높았던 것으로 여겨진다(29).

색도

식품의 색 변화는 품질 변화를 나타내 주는 척도가 된다(30). 동일한 시간에는 25% 0시간을 제외하고 팽화미분이 증가할수록 L값이 높았다. 팽화미분 0%를 제외한 모든 시료에서 1시간에 최고값을 나타낸 후 감소하였지만 0%는 1시간 후 비교적 일정한 값을 나타내었다. 적색도를 나타내는 a값은 0%의 당화 0, 1과 2시간을 제외한 동일한 시간에는 팽화미분 첨가량이 증가할수록 높았고 모든 시료는 시간이 경과함에 따라 a값은 증가하였다. 황색도를 나타내는 b값은 100% 0시간을 제외한 동일한 시간에는 팽화미분 첨가량이 증가할수록 높았고 모든 시료는 시간이 경과함에 따라 b값이 증가($p < 0.05$)하였다(Table 3). 시간에 따른 L값의 감소와 a값과 b값의 증가는 당과 아미노산에 의한 갈변 현상의 일종인 Maillard 반응 때문인 것으로 여겨진다(24).

당도

당도는 단맛을 내는 탄수화물의 양을 백분율로 나타낸 것이다.

Table 3. Hunter color value of sikhye with 0, 25, 50, 75 and 100% of puffed rice powder during saccharification at 60°C⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

| Time (hour) | Puffed rice powder (%) | | | | | |
|-------------|------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | |
| L value | 0 | 18.66 ^{Cc} | 26.60 ^{Af} | 25.39 ^{Bf} | 25.91 ^{ABe} | 26.32 ^{ABg} |
| | 1 | 25.83 ^{Ea} | 43.24 ^{Da} | 48.93 ^{Ca} | 55.11 ^{Ba} | 57.02 ^{Aa} |
| | 2 | 25.52 ^{Eab} | 42.35 ^{Db} | 47.62 ^{Cb} | 53.22 ^{Bb} | 55.40 ^{Ab} |
| | 3 | 24.98 ^{Eb} | 41.97 ^{Dbc} | 46.20 ^{Cc} | 51.87 ^{Bc} | 54.07 ^{Ac} |
| | 4 | 25.23 ^{Eb} | 41.71 ^{Dc} | 45.71 ^{Ccd} | 51.13 ^{Bcd} | 53.11 ^{Ad} |
| | 5 | 25.35 ^{Eab} | 40.47 ^{Dd} | 45.20 ^{Cde} | 50.51 ^{Bd} | 52.31 ^{Ae} |
| | 6 | 25.78 ^{Ea} | 39.37 ^{De} | 44.82 ^{Ce} | 50.33 ^{Bd} | 51.55 ^{Af} |
| a value | 0 | -1.89 ^{Ad} | -2.19 ^{Be} | -2.38 ^{Bf} | -1.88 ^{Af} | -1.69 ^{Af} |
| | 1 | -1.44 ^{Ccd} | -1.69 ^{Dd} | -1.54 ^{CDe} | -1.13 ^{Be} | -0.95 ^{Ae} |
| | 2 | -1.41 ^{BCbc} | -1.43 ^{Ccd} | -0.88 ^{ABd} | -0.86 ^{Ade} | -0.56 ^{Ad} |
| | 3 | -1.28 ^{Bbc} | -1.19 ^{Bc} | -0.47 ^{Ac} | -0.64 ^{Ac} | -0.21 ^{Ac} |
| | 4 | -1.09 ^{Cbc} | -0.45 ^{Bb} | -0.32 ^{Bbc} | -0.28 ^{ABbc} | -0.06 ^{Abc} |
| | 5 | -0.96 ^{Cba} | -0.35 ^{Bab} | 0.08 ^{Aab} | 0.09 ^{Ab} | 0.11 ^{Ab} |
| | 6 | -0.61 ^{BCa} | -0.10 ^{Ba} | 0.50 ^{Aa} | 0.72 ^{Aa} | 0.49 ^{Aa} |
| b value | 0 | -5.34 ^{Cf} | -4.27 ^{Bf} | -4.43 ^{Bd} | -3.00 ^{Ag} | -4.09 ^{Bg} |
| | 1 | -1.29 ^{Ee} | 2.07 ^{De} | 4.98 ^{Cc} | 5.81 ^{Bf} | 6.88 ^{Af} |
| | 2 | -0.59 ^{Ed} | 3.09 ^{Dd} | 6.98 ^{Cb} | 7.43 ^{Be} | 8.30 ^{Ae} |
| | 3 | 0.11 ^{Ec} | 3.24 ^{Dd} | 7.18 ^{Cb} | 8.13 ^{Bd} | 8.87 ^{Ad} |
| | 4 | 0.69 ^{Db} | 4.80 ^{Cc} | 9.13 ^{Ba} | 9.50 ^{Bc} | 10.21 ^{Ac} |
| | 5 | 0.96 ^{Db} | 6.20 ^{Cb} | 10.04 ^{Ba} | 10.60 ^{ABb} | 10.95 ^{Ab} |
| | 6 | 2.11 ^{Ea} | 7.25 ^{Da} | 10.11 ^{Ca} | 11.57 ^{Ba} | 12.60 ^{Aa} |

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.
²⁾^{A-E}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).
³⁾^{a-g}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

Table 4. Brix (%) of *sikhye* with 0, 25, 50, 75 and 100% of puffed rice powder saccharification at 60°C¹⁾²⁾³⁾

| Time (hour) | Puffed rice powder (%) | | | | |
|-------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| 0 | 2.8 ^{Cg} | 3.0 ^{Bg} | 4.8 ^{Ag} | 4.7 ^{Ag} | 4.8 ^{Ag} |
| 1 | 4.9 ^{Ef} | 6.6 ^{Df} | 9.5 ^{Cf} | 10.2 ^{Bf} | 12.6 ^{Af} |
| 2 | 7.4 ^{Ee} | 8.6 ^{De} | 10.8 ^{Ce} | 11.2 ^{Be} | 13.8 ^{Ae} |
| 3 | 9.0 ^{Dd} | 10.0 ^{Cd} | 12.0 ^{Bd} | 11.9 ^{Bd} | 14.7 ^{Ad} |
| 4 | 10.6 ^{Dc} | 10.8 ^{Dc} | 12.8 ^{Cc} | 13.1 ^{Bc} | 15.2 ^{Ac} |
| 5 | 11.8 ^{Eb} | 12.0 ^{Db} | 13.8 ^{Cb} | 14.2 ^{Bb} | 15.8 ^{Ab} |
| 6 | 12.8 ^{Ea} | 13.1 ^{Da} | 14.8 ^{Ca} | 15.1 ^{Ba} | 16.4 ^{Aa} |

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

^{2)A-E}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

^{3)a-e}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

Table 5. Reducing sugar (%) of *sikhye* with 0, 25, 50, 75 and 100% of puffed rice powder during saccharification at 60°C¹⁾²⁾³⁾

| Time (hour) | Puffed rice powder (%) | | | | |
|-------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| 0 | 1.60 ^{Bg} | 1.72 ^{Bg} | 3.40 ^{Af} | 3.39 ^{Ag} | 3.44 ^{Af} |
| 1 | 3.53 ^{Ef} | 5.06 ^{Df} | 8.27 ^{Ce} | 9.03 ^{Bf} | 12.29 ^{Ae} |
| 2 | 6.36 ^{Ec} | 7.05 ^{De} | 9.71 ^{Cd} | 10.36 ^{Be} | 13.37 ^{Ad} |
| 3 | 8.41 ^{Cd} | 8.31 ^{Cd} | 11.11 ^{Bc} | 11.04 ^{Bd} | 13.92 ^{Ac} |
| 4 | 9.29 ^{Dc} | 9.93 ^{Cc} | 11.64 ^{Bb} | 11.95 ^{Bc} | 14.17 ^{Ac} |
| 5 | 10.58 ^{Eb} | 11.10 ^{Db} | 12.36 ^{Ca} | 13.19 ^{Bb} | 14.68 ^{Ab} |
| 6 | 11.20 ^{Da} | 12.45 ^{Ca} | 12.70 ^{Ca} | 13.93 ^{Ba} | 15.03 ^{Aa} |

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

^{2)A-E}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

^{3)a-e}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

당도의 변화는 Table 4와 같다. 동일한 시간에는 팽화미분 첨가량이 증가할수록 그리고 동일한 시료에서는 시간이 경과할수록 당도가 높았다($p < 0.05$). 시간 경과에 따른 당도 증가는 Suh 등(6)과 Kim 등(17)의 연구 결과와 유사하였다. Amylase의 최적 pH에 가까울수록 당화가 빨리 진행되어 당도가 증가한 것으로 여겨진다. 당화 6시간에 팽화미분 100% 당도는 16.4%로 Park(5)이 보고한 설탕을 첨가한 식혜의 10-13% 보다 높았다.

환원당

단당류와 이당류 중 반응성이 있는 케톤기나 알데히드기를 갖고 금속염 알칼리 용액을 환원시키는 성질이 있는 것을 환원당이라고 한다. Sucrose를 제외한 glucose, fructose 그리고 maltose 등이 포함되며 maltose는 식혜 고유의 단맛을 내는 중요한 성분이다(18). 동일한 시간에는 팽화미분 첨가량이 증가할수록 그리고 동일한 시료에서는 시간이 경과할수록 환원당이 높았다($p < 0.05$). 팽화미분 첨가량이 증가할수록 1시간에 급격히 증가하여 팽화미분 첨가량에 따른 환원당 차이가 많이 났으나 시간이 경과할수록 차이가 감소하였다(Table 5). 팽화미분은 알파화 되었기 때문에 효소가 작용하기 용이하였고 당화도 빠르게 진행된 것으로 보인다(15). 당화 6시간 후 팽화미분 100%는 15.03%로 시판 식혜의 약 1%(7) 보다 매우 높은 값을 나타냈다.

Table 6. Total sugar (%) of *sikhye* with 0, 25, 50, 75 and 100% of puffed rice powder during saccharification at 60°C¹⁾²⁾³⁾

| Time (hour) | Puffed rice powder (%) | | | | |
|-------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| 0 | 3.19 ^{Dg} | 3.14 ^{Dg} | 4.18 ^{Cg} | 4.54 ^{Bg} | 4.79 ^{Af} |
| 1 | 5.74 ^{Df} | 6.76 ^{Cf} | 9.82 ^{Bf} | 9.97 ^{Bf} | 13.99 ^{Ae} |
| 2 | 7.38 ^{Ec} | 8.12 ^{De} | 11.51 ^{Cc} | 11.89 ^{Be} | 14.41 ^{Ade} |
| 3 | 9.25 ^{Cd} | 9.51 ^{Cd} | 12.38 ^{Bd} | 12.55 ^{Bd} | 15.06 ^{Ad} |
| 4 | 10.17 ^{Dc} | 10.95 ^{Cc} | 12.90 ^{Bc} | 13.29 ^{Bc} | 15.86 ^{Ac} |
| 5 | 11.40 ^{Eb} | 12.18 ^{Db} | 13.59 ^{Cb} | 14.11 ^{Bb} | 16.81 ^{Ab} |
| 6 | 12.91 ^{Da} | 13.74 ^{Ca} | 14.80 ^{Ba} | 15.17 ^{Ba} | 17.73 ^{Aa} |

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

^{2)A-E}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

^{3)a-e}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

Table 7. Sucrose (%) of *sikhye* with 0, 25, 50, 75 and 100% of puffed rice powder during saccharification at 60°C¹⁾²⁾³⁾

| Time (hour) | Puffed rice powder (%) | | | | |
|-------------|------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| 0 | 0.49 ^{Ad} | 0.51 ^{Ad} | 0.55 ^{Ad} | 0.52 ^{Ad} | 0.53 ^{Ae} |
| 1 | 0.52 ^{Cd} | 0.53 ^{Cd} | 0.59 ^{Bc} | 0.69 ^{Ae} | 0.73 ^{Ad} |
| 2 | 0.62 ^{Dc} | 0.65 ^{Cc} | 0.69 ^{Bb} | 0.70 ^{Bc} | 0.76 ^{AcD} |
| 3 | 0.65 ^{Ec} | 0.67 ^{Dc} | 0.72 ^{Cb} | 0.75 ^{Bb} | 0.80 ^{Abc} |
| 4 | 0.70 ^{Db} | 0.74 ^{BCb} | 0.73 ^{Cb} | 0.76 ^{Bb} | 0.84 ^{Aab} |
| 5 | 0.77 ^{Da} | 0.80 ^{Ca} | 0.84 ^{Ba} | 0.84 ^{Ba} | 0.86 ^{Aa} |
| 6 | 0.79 ^{Ba} | 0.83 ^{ABa} | 0.86 ^{Aa} | 0.83 ^{ABa} | 0.86 ^{Aa} |

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

^{2)A-E}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

^{3)a-e}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

총당

환원성을 갖는 환원당과 환원성을 나타내지 않는 비환원당을 합하여 총당이라 한다(31). 동일한 시간에는 팽화미분 첨가량이 증가할수록 그리고 동일한 시료에서 시간이 경과할수록 총당 함량이 높았다($p < 0.05$). 총당은 환원당과 유사한 경향을 보여(Table 6) 당화 6시간 팽화미분 100%는 17.73%로 Kim 등(32)이 보고한 코오지 첨가 식혜의 15.12%보다 높았다.

Ketose

시판 식혜에는 당화력이 일정하지 않은 엷기름이 사용되었고 대량 생산을 위하여 짧은 당화시간과 균일한 당도를 맞추기 위해서 sucrose를 첨가하였다(7,11). Ketose는 ketone기를 함유한 당으로 fructose가 있으며 ketose를 측정함으로써 fructose와 glucose로 이루어진 sucrose 함량을 추정할 수 있다(21). 동일한 시간에는 0시간을 제외하고 팽화미분 첨가량이 증가할수록 높았지만 6시간에는 시료 사이에 차이를 보이지 않았고 동일한 시료에서는 5시간까지 증가한 후 일정한 값(Table 7)을 나타냈다($p < 0.05$). 모든 시료에서 당화 6시간의 sucrose는 0.79-0.86%로 시판 식혜의 약 9.6%(7) 보다 매우 낮은 값을 보였다.

Table 8. Amino acid (mg/mL) of *sikhye* with 0, 25, 50, 75 and 100% of puffed rice powder during saccharification at 60°C¹⁾²⁾³⁾

| Time (hour) | Puffed rice powder (%) | | | | |
|-------------|------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| 0 | 0.77 ^{Bc} | 0.84 ^{Ac} | 0.81 ^{ABc} | 0.85 ^{Ac} | 0.84 ^{Ac} |
| 2 | 0.90 ^{Ab} | 0.89 ^{Ac} | 0.84 ^{Ac} | 0.83 ^{Ac} | 0.86 ^{Ac} |
| 4 | 0.94 ^{Cb} | 1.06 ^{Ab} | 0.96 ^{BCb} | 1.02 ^{ABb} | 1.06 ^{Ab} |
| 6 | 1.14 ^{Ba} | 1.22 ^{Aa} | 1.16 ^{ABa} | 1.18 ^{ABa} | 1.19 ^{ABa} |

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

^{2)A-C}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

^{3)a-c}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

Table 9. Protein(mg/mL) of *sikhye* with 0, 25, 50, 75 and 100% of puffed rice powder during saccharification at 60°C¹⁾²⁾³⁾

| Time (hour) | Puffed rice powder (%) | | | | |
|-------------|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| 0 | 0.49 ^{Bc} | 0.50 ^{Bc} | 0.49 ^{Bc} | 0.50 ^{Bc} | 0.54 ^{Ac} |
| 2 | 0.51 ^{Bbc} | 0.53 ^{ABb} | 0.52 ^{Bb} | 0.52 ^{Bbc} | 0.55 ^{Ac} |
| 4 | 0.52 ^{Cab} | 0.55 ^{ABa} | 0.54 ^{BCab} | 0.53 ^{BCab} | 0.56 ^{Ab} |
| 6 | 0.54 ^{Ba} | 0.56 ^{Ba} | 0.55 ^{Ba} | 0.55 ^{Ba} | 0.58 ^{Aa} |

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

^{2)A-C}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

^{3)a-c}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

아미노산

엿기름에 존재하는 protease와 peptidase 등에 의해 식혜의 아미노산이 대부분 생성되며(3) 아미노산은 당과 반응하여 식혜를 갈색으로 착색시키기 때문에 가급적 양이 적은 것이 좋다(24). 동일한 시간에 아미노산은 시료 사이에 큰 차이가 없는 경향을 보였지만 동일한 시료에서는 시간이 경과할수록 높았다($p < 0.05$). 모든 시료에서 당화 6시간의 아미노산은 1.14-1.22 mg/mL(Table 8)로 Cho(2)가 보고한 1.57-2.40 mg/mL 보다 낮은 값을 보였다.

단백질

단백질은 식혜를 갈색으로 착색시키는 아미노산을 생성한다(24). 동일한 시간에는 다른 시료 보다 100%가 항상 높았고 동일한 시료에서는 시간이 경과할수록 높았다($p < 0.05$). 모든 시료에서 당화 6시간의 단백질은 0.54-0.58 mg/mL(Table 9)로 Ann(24)이 보고한 효소 첨가 식혜의 0.15-0.50 mg/mL 보다 높은 값을 보였다.

관능검사

관능검사요원 20명 중 0과 25%의 차이를 올바르게 구분한 패널은 10명, 0과 50%는 9명, 0과 75%는 16명 그리고 0과 100%는 17명이었다. 관능검사요원 20명 중 최소 11명이 올바르게 구분하면 5%, 최소 13명일 때 1% 그리고 최소 14명일 때 0.1% 내에서 유의적인 차이가 있다(26). 따라서 0과 75% 그리고 0과 100%는 0.1%내에서 유의적인 차이가 있었다.

팽화미분 0과 75% 그리고 0과 100%에서 각각 차이를 맞춘 응답자를 대상으로 차이정도를 조사하였다. 팽화미분 0과 75%는 2.0점이었고 0과 100%는 2.1점으로 둘 다 있음(moderate)에 가까웠다.

선호도 조사 결과 0과 75%에서는 75%를 13명 그리고 0과 100%에서는 100%를 13명이 선호하였다. 응답자 16명 중 12명 이상 또는 17명 중 13명 이상이면 5% 수준에서 선호도 차이가 있다(26). 따라서 0% 보다 75나 100%의 선호도는 5%내에서 높았다.

요 약

팽화미분 첨가량[0, 25, 50, 75 및 100%(w/w)]에 따른 식혜의 당화 과정 중 pH, 탁도, 색도, 당도, 환원당, 총당, ketose, 아미노산, 단백질 및 관능 성질 변화를 조사하였다. 팽화미분 첨가량이 증가할수록 그리고 시간이 경과할수록 pH는 낮아지고($p < 0.05$) 탁도는 높아지는 경향을 보였다. L값은 25% 0시간을 제외하고 팽화미분 첨가량이 증가할수록 높았고 모든 시료에서 1시간에 최고값을 나타낸 후 감소하였지만($p < 0.05$) 0%는 1시간 후 비교적 일정한 값을 나타내었다. 당화 초기를 제외하고 팽화미분 첨가량이 증가할수록 그리고 시간이 경과할수록 적색도는 높아지는 경향을 보였고 황색도($p < 0.05$)는 높았다. 팽화미분 첨가량이 증가할수록 그리고 시간이 경과할수록 당도, 환원당, 총당 및 sucrose는 높았다($p < 0.05$). 모든 시료에서 당화 6시간에 sucrose는 0.79-0.86%로 시판 식혜 보다 매우 낮은 값을 보였다. 동일한 시간에 아미노산은 시료 사이에 큰 차이가 없었지만 단백질은 100%가 다른 시료보다 항상 높았다. 동일한 시료에서 아미노산과 단백질은 시간이 경과 할수록 높았다($p < 0.05$). 팽화미분 0과 75% 및 0과 100%는 0.1%내에서 유의적인 차이가 있었고 차이정도는 있음(moderate)에 가까웠다. 팽화미분 75와 100%는 0%보다 선호도가 높았다($p < 0.05$).

감사의 글

이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비 (일부)지원으로 수행되었습니다.

문 헌

1. Choi YH, Kim KH, Kang MY. Varietal difference in processing and sensory characteristics of *sikhe* in rice. Korean J. Breed. 33: 65-72 (2001)
2. Cho SH. A study on the production of malt and *sikhae*. Korean J. Food Cookery Sci. 6: 77-83 (1990)
3. Kim YM. Fermentation Technology. Yulim Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 249-250, 253(2002)
4. Lee WJ, Kim SS. Preparation of *sikhe* with brown rice. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 146-150 (1998)
5. Park EJ. Standard of *sikhye*. Vol. 8, pp. 124-129. In: Bulletin of Food Technology. Korea Food Research Institute. Seoul, Korea (1995)
6. Suh HJ, Chung SH, Whang JH. Characteristics of *sikhe* produced with malt of naked barley, covered barley, and wheat. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 716-721 (1997)
7. Ann YG, Lee SK. Some problems of *sikhye* production and an improvement method of *sikhye* quality. Korean J. Food Nutr. 9: 45-51 (1996)
8. Yoon YJ. A study on the case for forefront brand marketing for tradition drink sales promotion: Focusing on the rice nectar. MS thesis, University of Hanyang, Seoul, Korea (2001)
9. Kim UK. Market trends of beverage. Vol. 62, pp. 64-72. In: Food World. Korea Food Information Institute, Seoul, Korea (2005)
10. Lee HJ, Jung JH. A study on the making of *sikhe*. J. Korean Home Econ. Assoc. 14: 685-693 (1976)
11. Ann YG, Lee SK. A definition and historical study of traditional

- and commercial *sikhye*. Korean J. Food Nutr. 9: 37-44 (1996)
12. Kim KJ, Woo KS, Lee JS, Chun AR, Choi YH, Song J, Suh SJ, Kim SL, Jeong HS. Physicochemical characteristics of *sikhye* (Korean traditional rice beverage) with specialty rice varieties. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 1523-1528 (2008)
 13. Yoon HM. A study on production and export strategies of major rice exporting countries. MS thesis, University of Chonnam National, Gwangju. Korea. p. 67 (2007)
 14. MAF. Agriculture Statistics. Ministry of Agriculture and Forestry, Seoul, Korea. p. 271 (2009)
 15. NTSTSI. Manufacturing Guideline of *Takju* and *Yakju*. National Tax Service Technical Service Institute, Seoul, Korea. pp. 31, 53-54 (2005)
 16. Han SH, Seo JK, Shin JH, Kim SK, Baek YJ. A method of preparing rice grain-free *shikhae* using gelatinized rice powder. Korea. Patent 2000-0002389 (2000)
 17. Kim MS, Hahn TR, Yoon HH. Saccharification and sensory characteristics of *sikhe* made of pigmented rice. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 672-677 (1999)
 18. Ryu BM, Kim JS, Kim MJ, Lee YS, Moon GS. Comparison of the quality characteristics of *sikhye* made with N₂-circulated low-temperature dry malt and commercial malts. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 311-315 (2008)
 19. The Korea Society of Food Science and Nutrition. Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 151-152, 174-175 (2000)
 20. Kang KH, Noh BS, Seo JH, Hur WD. Food Analysis. Sungkyunkwan University Press, Seoul, Korea. pp. 109-110 (1998)
 21. Chae SK. Standard Food Analyse. Jigu Publishing Co., Seoul, Korea. p. 379 (1997)
 22. Ann YG, Lee SK. A study of *sikhye*. Korean J. Food Nutr. 8: 165-171 (1995)
 23. Chen PC, Fan SH, Chiang CL, Lee CH. Effect of growth conditions on the hydrogen production with cyanobacterium *anabaena* sp. strain CH₃. Int. J. Hydrogen Energy 33: 1460-1464 (2008)
 24. Ann YG. Preparation of traditional malt *skihye*-2. Preparation by malt. Korean J. Food Nutr. 12: 170-176 (1999)
 25. Yemm EW, Cocking EC. The determination of amino acids with ninhydrin. Analyst 80: 209-214 (1955)
 26. Elizabeth L. Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada. pp. 21-23, 63-64 (1997)
 27. SPSS. Statistical Package for Social Science for Windows. Rel. 14.0. SPSS Inc., Chicago, IL, USA (2006)
 28. Nam GS. Food Processing Preservation Practice, Sunjin Publishing Co., Seoul, Korea. p. 30 (1993)
 29. Nam SJ, Kim KO. Characteristics of *sikhye* made with different amount of cooked rice and malt and with different sweeteners. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 197-202 (1989)
 30. Lee SL, Sin HS. Food Chemistry, Shinkwang Publishing Co., Seoul, Korea. p. 295 (2004)
 31. Jang HG, Jung DH. Food Analyse. Hyungseul Publishing Co., Seoul, Korea. p. 217 (1996)
 32. Kim BS, Lee TS, Lee MW. Changes of component in *sikhei* during saccharification. Korean J. Microbiol. Biotechnol. 12: 125-129 (1984)